

А. Ш. Галстян

## Динамика ферментативных процессов почв

(Представлено академиком АН Армянской ССР Г. С. Давтяном 14/IV 1964)

Изучение активности внеклеточных ферментов почвы позволяет судить об интенсивности и направленности почвенных биохимических процессов. Активность ферментов можно рассматривать так же, как дополнительный диагностический показатель различных типов почв. С целью широкого применения методов ферментативных реакций в почвенно-агрохимических исследованиях необходимо знать особенности действия отдельных ферментов почвы. Одним из существенных свойств почвенных ферментов является изменение их активности в течение года.

В этой работе изучалась динамика активности ферментов в различных почвенно-климатических условиях Армении и ее связь с изменением содержания в почве легкоусвояемых питательных веществ при вегетации сельскохозяйственных растений. Исследования проводились на выщелоченном черноземе (Лорийское плато), каштановой карбонатной почве (Абовянский район) под озимой пшеницей и на культурной-поливной бурой бескарбонатной почве (Эчмиадзинский район) под хлопчатником и люцерной. Для установления динамики действия ферментов в почве образцы были взяты в различное время года, а для выяснения взаимосвязи между их активностью и динамикой легкоусвояемых питательных веществ—через каждые 15 дней в течение вегетационного периода хлопчатника. В этом опыте почва характеризуется малым содержанием гумуса (1,7%), бедностью азота (0,1%) и сравнительным богатством фосфорной кислоты (0,3%). Из пахотного слоя изучаемых участков были взяты смешанные образцы. Нитраты определялись по Гранвальд-Ляжу, фосфорная кислота по Дасу. Активность ферментов почвы определялась методами, принятыми в нашей лаборатории (1-4).

Активность ферментов выражалась: карбогидразы в мг глюкозы, уреазы в мг аммиака на 1 г почвы за сутки; пероксидаза и полифенолоксидаза в мг пурпургалина на 100 г почвы за 30 мин., дегидразы в мг трифенилформаза на 100 г почвы за сутки.

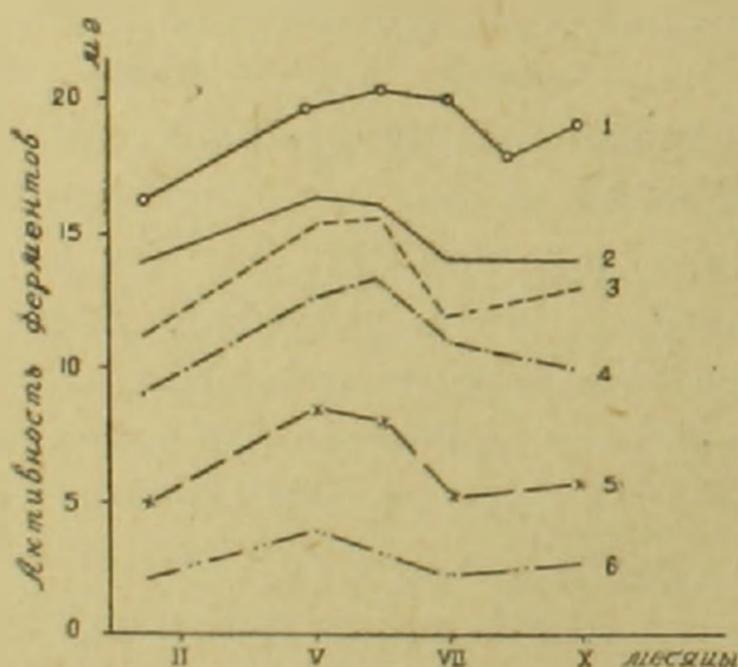
Действие фосфатазы определялось фотоколориметрически: навески (1 г) почвы помещали в 50-миллиметровые колбы, увлажняли

до 90% от полной влагоемкости, добавляли 1 мл 1-процентного раствора фенолфталеинфосфат натрия и ставили на 1 час в термостат при 30°C. После инкубации в колбы прибавляли 1,5 мл концентрированного аммиака, водой объем доводили до 50 мл. Окрашенный раствор фильтровали и фотоколориметрировали прибором ФЭК-М. Активность фосфатазы выражалась в мг  $P_2O_5$  на 100 г почвы за час.

Интенсивность дыхания определялась с помощью колб с трубкой, наполненной натронной известью и выражалась в мг  $CO_2$  на 100 г почвы за сутки (3).

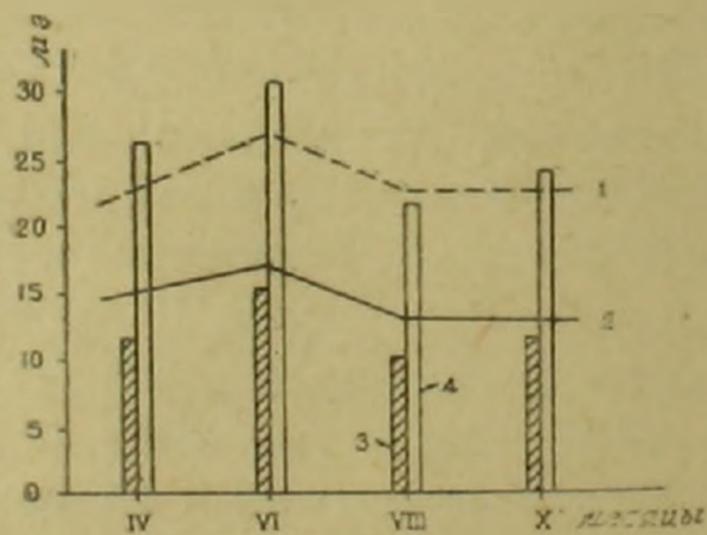
Определение активности ферментов в различных типах почв Армении показало, что в течение года их действие претерпевает определенное изменение. К концу весны и в первой половине лета ферменты почвы сравнительно активны, во второй половине лета наблюдается некоторое снижение их действия, а осенью — повышение (фиг. 1).

Динамичность активности ферментов почвы в течение года объясняется неодинаковыми температурными условиями, разной степенью влажности и аэрации почвы, наличием растительного покрова и другими факторами. Но основным фактором является жизнедеятельность микроорганизмов. Некоторыми исследованиями установлено, что развитие микроорганизмов в почве имеет сезонный и периодический характер (5-7). В наших исследованиях в качестве показателя жизнедеятельности микроорганизмов взята интенсивность их дыхания. Определение дыхания показало, что в начале лета микроорганизмы действуют активно, в августе их жизнедеятельность в почве подавляется. В этот период снижается также активность почвенных ферментов (фиг. 2). Приведенные



Фиг. 1. Изменение активности ферментов почвы в течение года.

1 — дегидразы; 2 — инвертаза; 3 — полифенолоксидаза; 4 — уреазы; 5 — β-глюкозидаза; 6 — амилаза.



Фиг. 2. Изменение активности инвертазы (1, 2) и интенсивности дыхания (3, 4) чернозема (1, 3) и каштановой почвы (2, 4).

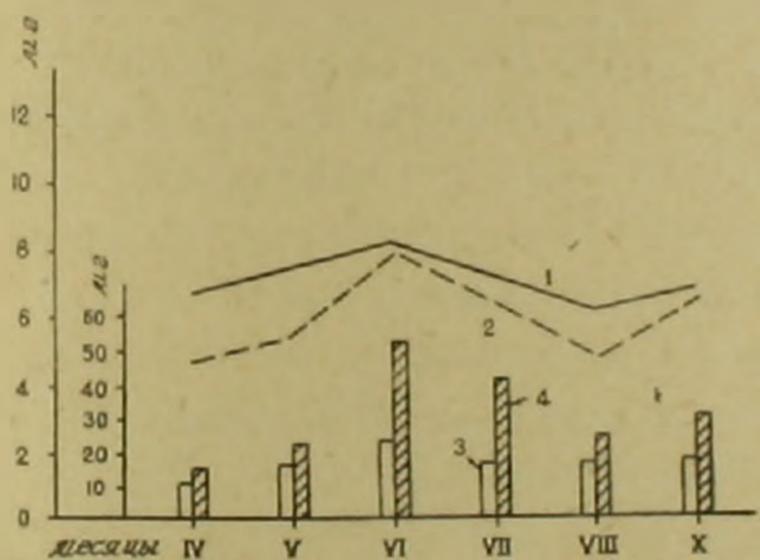
данные показывают, что в черноземах Лорийского плато (климат умеренно холодный, максимальная температура 30°C, количество осадков 700—800 мм), где имеются более благоприятные условия для развития микроорганизмов, в биологических процессах наблюдаются такие же из-

менения, что и в почвах Араратской равнины и предгорной зоны (климат сухой, резко континентальный, максимальная температура 38—40°, количество осадков 270—400 мм).

Снижение биологической активности почв во второй половине лета объясняется тем, что почвенные микроорганизмы продуцируют токсические вещества — «периодин» и различные антибиотики, которые подавляют жизнедеятельность микроорганизмов (7). Эти ядовитые вещества одновременно ингибируют активность ферментов почвы. Осенью токсичность почвы снижается и замечается повышение ее общей биологической активности.

Опытами установлено, что в течение вегетационного периода существует корреляционная связь между активностью ферментов и динамикой легкоусвояемых питательных веществ в почве (фиг. 3). Количество легкоусвояемых питательных веществ в почве подвергается большим изменениям. С весны до середины лета происходит накопление легкоусвояемых питательных веществ в почве, причем максимальное содержание наблюдается в июне, затем запасы их уменьшаются, а с осени замечается некоторое повышение их количества. Здесь характерной особенностью является то, что активность оксидаз наглядно коррелирует с изменением количества нитратов. Так как нитрификация по существу является окислительным процессом, в июне в результате ее повышения количество ни-

тратов в почве резко увеличивается. В этот период значительно повышается также активность оксидаз. Количество фосфорной кислоты в почве по сравнению с нитратами в июне увеличивается мало. Образование легкоусвояемой фосфорной кислоты в почве не является прямым результатом окислительно-восстановительных процессов. Увеличение легкоусвояемого фосфора связано с процессом усиленной минерализации органических веществ в почве, где фосфорсодержащие соединения под действием фосфатаз освобождают фосфорную кислоту. При этом одновременно происходит повышение растворимости минеральных фосфатов под влиянием различных кислот. Эти процессы в основном являются гидролитическими и наглядно отражаются в активности гидролаз (8). Следовательно, сезонностью и периодичностью биологических процессов вызвано изменение легкоусвояемых питательных веществ в почве. Последнее наглядно отражается в активности ферментов и интенсивности дыхания почв.



Фиг. 3. Динамика активности ферментов и легкоусвояемых питательных веществ в почве.

1 — фосфатаза; 2 — фенолоксидаза;  
3 — фосфорная кислота; 4 — нитраты.

таз освобождают фосфорную кислоту. При этом одновременно происходит повышение растворимости минеральных фосфатов под влиянием различных кислот. Эти процессы в основном являются гидролитическими и наглядно отражаются в активности гидролаз (8). Следовательно, сезонностью и периодичностью биологических процессов вызвано изменение легкоусвояемых питательных веществ в почве. Последнее наглядно отражается в активности ферментов и интенсивности дыхания почв.

Таким образом, ферментативные процессы почвы имеют сезонный характер. К концу весны ферменты действуют сравнительно активнее, во второй половине лета их активность подавляется, а осенью наблюдается некоторое повышение. Это обстоятельство необходимо учитывать при исследовании ферментативной активности почвы.

Институт почвоведения и агрохимии  
МП и ЗСХП Армянской ССР

Ա. Շ. ԳԱԼՍՏՅԱՆ

### Հողերի ֆերմենտային արոցեսների դինամիկան

Հողի ֆերմենտների որոշումը հնարավորություն է տալիս զնահատելու նրա բիոլոգիական ակտիվությունը: Տարբեր գենետիկական հողատիպերի համար արտաբնական ֆերմենտների ակտիվությունը հանդիսանում է նաև լրացուցիչ ցուցանիշ: Ֆերմենտների մեթոդը հողա-ագրոքիմիական ուսումնասիրություններում լայն կիրառելու համար անհրաժեշտ է պարզել առանձին ֆերմենտների ակտիվության առանձնահատկությունները: Այս աշխատանքի մեջ ուսումնասիրվել է ֆերմենտների ակտիվության դինամիկան և նրա կապը մատչելի սննդանյութերի հետ:

Հողի ֆերմենտների ակտիվությունը զարնան սկզբին համեմատաբար ցածր է լինում, զարնան գերջին և ամռան սկզբին բարձրանում է: Ամռան երկրորդ կեսին ֆերմենտների ակտիվությունը հողում ընկնում է, իսկ աշնանը նկատվում է նրանց ակտիվության բարձրացում: Նույն օրինաչափությամբ հողում փոխվում է նաև մատչելի սննդանյութերի քանակությունը: Վեգետացիայի ընթացքում հողի ֆերմենտների ակտիվության և մատչելի սննդանյութերի դինամիկայի միջև գոյություն ունի կոռելյատիվ կապ: Նույնը նկատվում է նաև հողի շնչառության միջև ֆերմենտների ակտիվության և շնչառության փոփոխությունը տարվա ընթացքում պետք է հաշվի առնել հողերի բիոլոգիական ակտիվության ուսումնասիրության մասանակ:

### Л И Т Е Р А Т У Р А — Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Բ Յ Ո Ւ Ն

<sup>1</sup> А. Ш. Галстян, ДАН АрмССР, т. 26, № 1 (1958). <sup>2</sup> А. Ш. Галстян, ДАН АрмССР, т. 26, № 5 (1958). <sup>3</sup> А. Ш. Галстян, ДАН СССР, т. 127, № 5 (1959). <sup>4</sup> А. Ш. Галстян, ДАН АрмССР, т. 35, № 4 (1962). <sup>5</sup> А. К. Паносян, Микробиологический сборник АН АрмССР, вып. 3, 1949. <sup>6</sup> С. А. Самцевич, Микробиология, т. 24, вып. 5, 1955; <sup>7</sup> Я. П. Худяков, Труды Института микробиологии, т. 5, 1958. <sup>8</sup> А. Ш. Галстян, С. А. Ашхбабян, Известия МСХ АрмССР, № 4, 1960.